

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Untuk memudahkan dalam penulisan dan pemaparan masalah yang nantinya akan dibahas pada Bab IV, maka pada bab ini diuraikan landasan teori yang berkaitan dengan judul skripsi “Identifikasi penyebab terhambatnya udara pejalan (*starting air*) pada mesin induk diesel dengan metode SHEL di MT. Serang Jaya/P.3011”.

1. Pengertian identifikasi

Menurut Bakir dan Suryanto (2006: 217) identifikasi adalah satu cara yang dilakukan seseorang untuk mengambil alih ciri-ciri orang lain dan menjadikannya bagian yang terintegrasi dengan kepribadiannya sendiri. Dalam pengertiannya yang lain, adalah kecenderungan dalam diri individu untuk menjadi sama dengan individu lain. Individu yang menjadi sasaran identifikasi yaitu idola. Identifikasi berarti kegiatan yang dilakukan untuk mencermati, menentukan, menetapkan suatu tanda kenal diri atau bukti terhadap suatu objek yang diteliti.

2. Dasar-dasar sistem udara *start* pada mesin induk diesel

Sistem *start* kapal untuk mesin penggerak kapal dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu secara manual, elektrik dan dengan menggunakan udara tekan. Sistem *start* di atas kapal umumnya menggunakan udara bertekanan. Pada prinsipnya adalah udara yang bertekanan pada tabung udara dialirkan ke ruang bakar sehingga mendorong piston ke bawah secara bergantian sesuai dengan *firing order*. Ketika poros engkol pada mesin diesel mulai berputar dan menghasilkan pembakaran maka poros engkol telah digerakkan sendiri oleh tenaga mesin diesel dan *pneumatic starting* berhenti.

Penggunaan udara bertekanan selain untuk *start mesin utama* juga digunakan untuk *start generator*, untuk membersihkan *sea chest*, untuk membunyikan *horn* kapal, dan menambah udara tekan untuk sistem *hydrophore*.

Pada sistem start mesin utama kapal udara dikompresikan dari kompresor udara utama dan ditampung pada botol angin utama (*main air receiver*) pada tekanan udara 30 bar menurut ketentuan klasifikasi.

a. Pengertian sistem udara *start* pada mesin induk diesel

Menurut Jusak J.H. (2014: 74) untuk mesin induk di atas kapal, baik mesin diesel 4 tak maupun 2 tak digunakan udara untuk *start engine*, udara ini diproduksi dari *air compressor* dan ditampung di bejana udara (*air reservoir*). Tekanan kerja untuk udara *start* ini dimulai dari tekanan 25-30 bar. Menurut SOLAS, bahwa untuk mesin digerakkan langsung tanpa *reduction gear* (*gear box*) harus dapat dilakukan 12 kali *start* tanpa mengisi lagi, sedangkan untuk mesin-mesin dengan *gear box* dapat dilakukan 6 kali *start*.

Bagian-bagian utama dari penataan udara *start* dan fungsinya masing-masing :

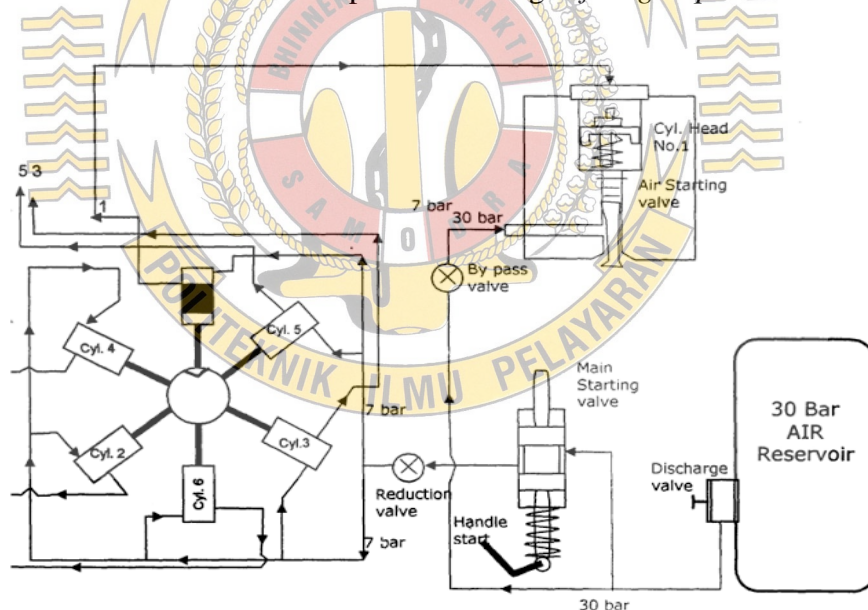
- 1) Bejana udara (*air reservoir*) berfungsi sebagai tabung pengumpulan udara, digunakan untuk menampung udara yang telah dimampatkan oleh kompresor.
- 2) *Main starting valve* berfungsi sebagai katup penyalur untuk pembagi ke masing-masing kepala silinder dan penyalur udara untuk *start*.
- 3) *Distributor valve* berfungsi sebagai pembagi pada katup udara *start* (*starting air valve*) yang bekerja menggunakan *plunger*.
- 4) *Air starting valve* berfungsi sebagai katup *supply* di *cylinder head* untuk menggerakkan piston ke bawah pada langkah ekspansi (baik diesel 4 tak maupun 2 tak).

b. Prinsip kerja sistem *start* udara tekan pada mesin induk diesel

Menurut Jusak J.H. (2014: 75-77) prinsip kerja sistem *start* udara tekan kapal adalah motor listrik yang memperoleh daya dari generator dipergunakan untuk membangkitkan kompresor guna menghasilkan udara bertekanan. Selanjutnya udara yang dikompresikan tersebut ditampung dalam tabung bertekanan yang dibatasi pada tekanan kerja 30 bar.

Sebelum menuju ke *main air receiver*, udara tersebut terlebih dahulu melewati separator guna memisahkan air yang turut dalam udara yang disebabkan proses pengembunan sehingga hanya udara kering saja yang masuk ke tabung.

Konsumsi udara dari *main air receiver* digunakan sebagai pengontrol udara, *safety air*, pembersihan *turbocharge*, untuk pengetesan katup bahan bakar, untuk proses *sealing air* untuk *exhaust valve* yang dilakukan dengan memberikan tekanan udara ke dalam ruang bakar melalui katup buang (*exhaust valve*) dibuka secara hidrolis dan ditutup dengan *pneumatic spring* dengan cara memberikan tekanan pada katup *spindle* untuk memutar. Sedangkan untuk proses *start*, udara bertekanan sebesar 30 bar dimasukkan/dialurkan melalui pipa ke *starting air distributor*, kemudian oleh *distributor regulator* dilakukan penyuplaian udara bertekanan secara cepat sesuai dengan *firing sequence*..



Gambar 2.1. Diagram sistem *start* udara bertekanan

(Sumber: Dokumen pribadi)

Menurut Paul Tashian (2002: 47-48), sistem udara *start* dibagi menjadi 2 (dua), yaitu *Direct start* dan *Indirect start*.

- 1) *Direct start* adalah sistem *start* dimana perlakuan di mesin ada di ruang bakar dengan menginjeksikan udara yang bertekanan ke ruang bakar sehingga piston bergerak.

2) *Indirect start* adalah suatu sistem *start* dimana perlakuan yang dikenakan pada mesin adalah di luar ruang bakar *engine*, dalam hal ini yang mendapat perlakuan pada mesin adalah bagian *flywheel* (roda gila). Jika *flywheel* (roda gila) diputar maka secara otomatis piston akan ikut bergerak karena bagian *flywheel* (roda gila) terhubung dengan piston.

c. Komponen pendukung utama sistem udara *start* pada mesin induk diesel:

1) Kompresor

Mesin induk adalah instalasi mesin dalam kapal yang dipergunakan untuk menggerakkan/memutar poros baling-baling sehingga kapal dapat bergerak, sedangkan mesin bantu adalah motor yang dipergunakan untuk menggerakkan generator listrik sehingga menghasilkan arus listrik yang kemudian digunakan untuk pesawat-pesawat yang memerlukan tenaga tersebut, misalnya kompresor.

Kompresor udara adalah suatu pesawat bantu yang berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan. Kompresor mengisap udara dari atmosfer kemudian menekan masuk ke dalam tabung untuk menampung udara bertekanan, setelah diadakan pemeriksaan dan pengecekan terhadap kompresor.

Menurut Haruo Tahara Sularso (2004: 167), kompresor adalah mesin untuk memampatkan udara atau gas. Secara umum biasanya mengisap udara dari atmosfer, yang secara fisika merupakan campuran beberapa gas dengan susunan 78% Nitrogen, 21% Oksigen dan 1% campuran Argon, Karbon Dioksida, Uap Air, Minyak, dan lainnya.

Kompresor udara darurat (*emergency air pressure system*) memiliki kompresor tersendiri (*emergency compressor*) yang

bersifat independen (tidak tergabung dengan *main air compressor*) yang memiliki penggerak berupa motor diesel yang dapat dinyalakan dengan tangan, atau *air compressor* berpenggerak manual dengan tangan.

Kompresor udara darurat mengisi *emergency air receiver* yang kapasitasnya lebih kecil dari *main air receiver*. Udara bertekanan yang tersimpan pada *emergency air receiver* ini digunakan untuk menyalakan *auxiliary engine* yang menggerakkan generator.

2) Separator

Separator berfungsi untuk memisahkan kandungan air yang turut serta dalam udara/udara lembab (*air humidity*) kompresi yang diakibatkan oleh pengembunan sebelum masuk ke tabung botol angin. Sehingga separator disediakan *steam trap* guna menampung air tersebut untuk selanjutnya dibuang ke got.

3) Botol angin (*Main air receiver*)

Main air receiver berfungsi untuk menyimpan udara bertekanan, diperlukan tabung udara dengan kemampuan menahan udara bertekanan tinggi hingga 30 bar. Pada tabung udara terdiri dari badan tabung, *drain valve* dan kepala tabung. Pada kepala tabung terdapat *main stop valve*, *safety valve* dan *auxiliary valve*.

a) *Safety valve* berguna sebagai pengaman jika terjadi tekanan yang melebihi tekanan yang disyaratkan oleh tabung, maka *valve* akan otomatis membuka.

b) *Main stop valve* berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan menuju ke *starting valve* yang ada pada *cylinder head*.

c) *Auxiliary valve* dapat digunakan sebagai sistem udara kontrol. Sistem udara kontrol biasanya mempunyai tekanan sekitar 6 bar, sehingga diperlukan *air reducer*.

Reducing station berfungsi untuk mengurangi tekanan dari 30 bar menjadi 7 bar guna keperluan untuk pembersihan *turbocharge* dan pengisian tekanan pada tanki *hidrophone*.

4) *Main starting valve*

Main starting valve berfungsi sebagai katup penyalur untuk pembagi ke masing-masing *cylinder head* dan penyalur udara untuk *start*.

5) *Air starting valve*

Air starting valve terdiri dari katup utama, piston, *bushing* dan *spring* yang merupakan komponen utama dari *starting valve*. Katup utama akan membuka jika udara kontrol menekan piston sehingga *valve* terbuka dan udara bertekanan 30 bar masuk ke ruang bakar menekan piston. Hal tersebut berlangsung berurutan sesuai dengan urutan *firing order* sampai terjadi pembakaran di ruang bakar. Setelah terjadi pembakaran di ruang bakar maka *starting air control valve* akan berhenti bekerja dan semua *starting valve* akan menutup.

6) *Air distributor valve*

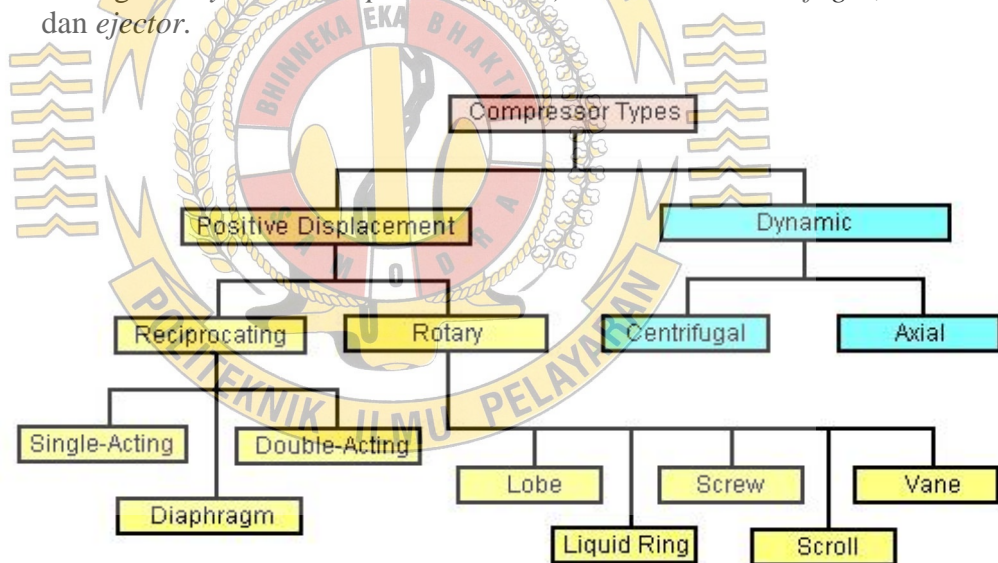
Air distributor valve merupakan salah satu komponen pada sistem udara penjalan yang berfungsi sebagai pengatur pemasukan udara untuk membuka *starting air valve*, dimana tekanan yang berasal dari *main air starting valve* akan menekan *starting air distributor*

untuk membuka pada *roller starting air distributor valve* pada posisi *cam starting air distributor* pada kedudukan yang terendah.

Kemudian udara akan masuk ke dalam silinder *starting valve* dan menekan *piston starting valve* akan membuka dan udara sebesar $28 - 30 \text{ kg/cm}^2$ akan masuk untuk menekan piston yang berada di dalam silinder dan pada saat melakukan langkah usaha.

d. Klasifikasi kompresor

Menurut Haruo Tahara Sularso (2004: 173), secara garis besar kompresor dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu *Positive Displacement compressor*, dan *Dynamic compressor* (turbo), *Positive Displacement compressor*, terdiri dari *Reciprocating* dan *Rotary*, sedangkan *Dynamic compressor* (turbo) terdiri dari *Centrifugal*, *axial* dan *ejector*.



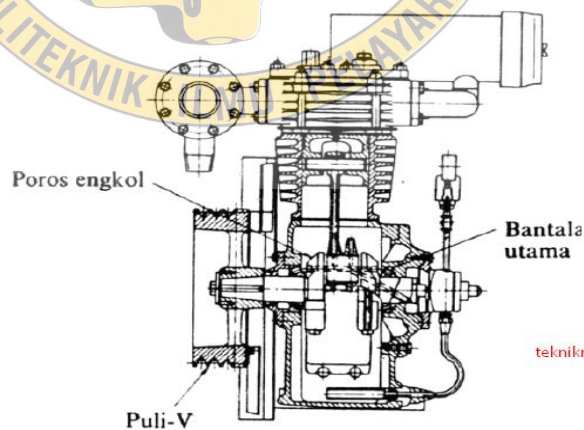
Gambar 2.2. Skema jenis-jenis kompresor

1) Kompresor torak

Merupakan salah satu *positive displacement compressor* dengan prinsip kerja memampatkan dan mengeluarkan udara/gas secara *intermitten* (berselang) dari dalam silinder. Pemampatan udara/gas

dilakukan di dalam silinder. Elemen mekanik yang digunakan untuk memampatkan udara/gas dinamakan piston atau torak.

Pemasukan udara diatur oleh katup masuk dan dihisap oleh torak yang gerakannya menjauhi katup. Pada saat terjadi pengisapan, tekanan udara di dalam silinder mengecil, sehingga udara luar akan masuk ke dalam silinder secara alami. Pada saat gerak kompresi torak bergerak dari TMB menuju ke TMA, sehingga udara di atas torak bertekanan tinggi, selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung penyimpanan udara. Tabung penyimpanan dilengkapi dengan katup satu arah, sehingga udara yang ada dalam tangki tidak akan kembali ke silinder. Proses tersebut berlangsung terus-menerus hingga diperoleh tekanan udara yang diperlukan. Gerakan mengisap dan mengkompresi ke tabung penampung ini berlangsung secara terus-menerus, pada umumnya bila tekanan dalam tabung telah melebihi kapasitas, maka katup pengaman akan terbuka, atau mesin penggerak akan mati secara otomatis.



Gambar 2.3. Kompresor torak

3. Mesin diesel 2-tak

a. Pengertian

Motor diesel 2-tak (langkah) yaitu mesin yang proses kerjanya

memerlukan 2 langkah torak yang bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah), 1 kali putaran poros engkol menghasilkan 1 kali tenaga/usaha.

b. Prinsip kerja mesin diesel 2-tak:

1) Langkah hisap dan kompresi

Piston bergerak naik dan membuka *air intake valve* untuk memenuhi udara pada ruang *crank case*, dan secara bersamaan gerak piston menutup *exhaust manifold*, piston masih terus bergerak naik untuk proses kompresi.

2) Langkah kerja, buang dan bilas

Piston bergerak ke bawah membuka *exhaust manifold* dan tak selang waktu secara bersamaan juga dengan bergerak turunnya piston menutup *air intake*. Piston masih bergerak turun namun belum pada TMB (titik mati bawah) dan menekan udara pada *crank case*, piston bergerak turun ke TMB (titik mati bawah) membuka jalur *air transfer*, dan mendorong udara sisa dari pembakaran dengan udara baru (proses bilas).

4. Sejarah dan pengertian SHEL

Banyak metode yang dapat digunakan untuk menganalisa kecelakaan, salah satu diantaranya adalah metode SHEL yang diciptakan oleh Elwyin Edwards pada tahun 1972 dan dikembangkan oleh Frank Hawkins pada tahun 1975.

Menurut Edwards metode SHEL adalah cara untuk mengidentifikasi masalah yang timbul dari suatu *system* dan mengoptimalkannya, dengan hubungan faktor manusia dan lingkungan. Konsep dasar dari metode SHEL adalah program yang

menunggu instruksi dari pemakai, memeriksa *system* dari instruksi yang telah diberikan, kemudian mengeksekusi perintah tersebut.

Konsep ini sebenarnya dikembangkan oleh Hawkins (1975), yang namanya berasal dari inisial komponennya. SHEL adalah singkatan dari *Software*, *Hardware*, *Environment*, dan *Liveware*, yang memiliki arti sebagai berikut:

a. *Software*

Merujuk bukan hanya untuk perangkat lunak komputer tetapi untuk aturan, prosedur, praktek yang menentukan cara dimana berbagai komponen sistem berinteraksi antara mereka sendiri dan dengan lingkungan eksternal.

b. *Hardware*

Digunakan untuk mengacu pada setiap komponen fisik dan non-manusia dari sistem seperti kendaraan, alat-alat, manual, tanda-tanda dan sebagainya.

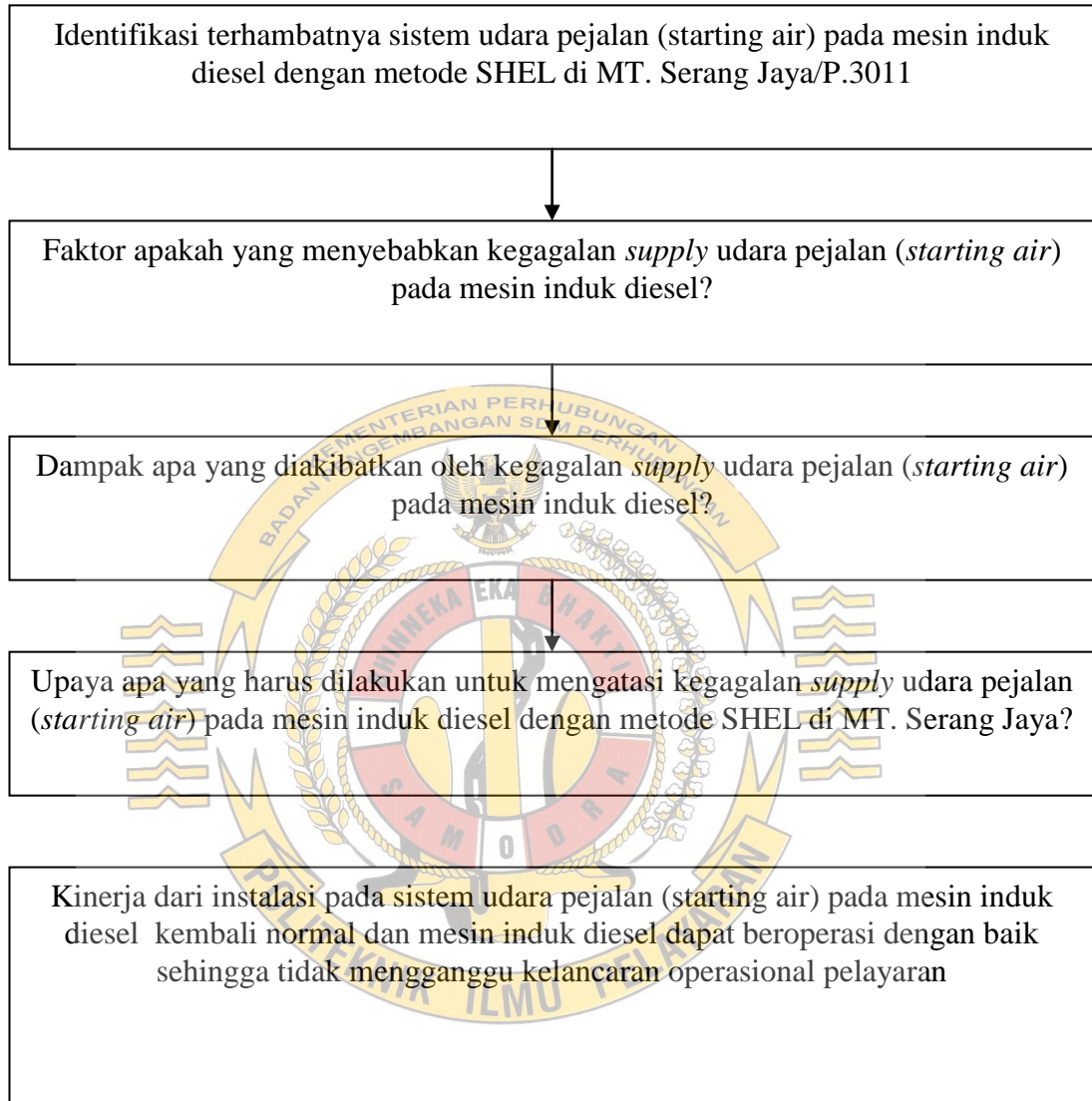
c. *Environment*

Mengacu pada lingkungan dimana komponen-komponen yang berbeda dari proses berinteraksi.

d. *Liveware*

Mengacu pada setiap komponen manusia dari *system* dalam aspek relasional dan komunikasi.

B. Kerangka pikir penelitian



C. Definisi operasional

Definisi operasional merupakan definisi praktis/operasional tentang variabel atau istilah-istilah lain yang dianggap penting dan sering di temukan sehari-hari di lapangan dalam penelitian ini. Melihat akan pentingnya peranan kompresor dalam sistem udara pejalan guna menunjang kelancaran operasional kapal

menimbulkan rasa keingintahuan para pembacanya dan untuk mempermudah dalam mempelajarinya. Maka di bawah ini akan dijelaskan mengenai pengertian dari istilah-istilah yang ada:

a. *Cylinder head*

Sebagai tempat *low pressure suction valve* dan *low pressure delivery valve*.

b. *Crank case*

Adalah rumah untuk poros engkol dan sebagai *oil carter*.

c. Batang torak (*connecting rod*)

Batang torak digunakan untuk menghubungkan antara torak dengan poros engkol (*crank shaft*) sebagai penggerak keduanya atau sebagai perantara gerak memutar poros engkol menjadi gerak naik turun *piston*.

d. Torak (*piston*)

Torak dibuat dari bahan logam paduan ringan, dimana dibagi menjadi dua bagian yaitu pada bagian atas (*piston low pressure*) dan pada bagian bawah (*piston high pressure*). Pada bagian *piston lowpressure* terdapat tiga alur sebagai tempat *piston ring* dan pada *pistonhigh pressure* terdapat tiga alur, dua sebagai tempat *ring piston* dan satu terbawah sebagai tempat *oil ring*, pada *piston* juga terdapat lubang untuk *piston pin*.

e. Poros engkol (*crank shaft*)

Poros engkol berada di tengah-tengah badan kompresor yang berfungsi untuk meneruskan putaran motor listrik sehingga dapat dirubah menjadi gerak naik turun *piston*.

f. *Head cover*

Adalah tutup dari *cylinder head*

g. *Ring piston*

Adalah salah satu komponen yang dipasangkan dalam alur *ring* (*ring grove*) pada piston atau torak. Diameter luar *ring* piston sedikit lebih besar dibandingkan dengan *piston* itu sendiri. Ketika *ring* piston terpasang pada *piston*, karena *ring* piston itu sifatnya elastis maka menyebabkan mengembang, sehingga menutup dengan rapat pada dinding silinder.

h. *Cylinder liner*

Adalah komponen mesin yang dipasang pada *block cylinder* yang berfungsi sebagai tempat *piston* dan ruang kompresi. Silinder mempunyai bentuk silindris dan merupakan bejana kedap udara dimana torak bergerak bolak-balik untuk menghisap dan memampatkan udara.

i. Pelumasan

Adalah proses memasukkan minyak dari karter yang dipompa ke poros yang berfungsi untuk melumasi komponen-komponen yang ada di dalam kompresor agar tidak terjadi goresan-goresan yang menyebabkan keausan atau kerusakan.

j. *Firing order*

Adalah urutan pembakaran yang terjadi pada mesin diesel yang mempunyai jumlah silinder lebih dari 1 (satu).